

Lasy stanowiąc ważną część biosfery pozwalają na utrzymanie równowagi ekologicznej i zapewniają społeczeństwu różnorodne usługi ekosystemowe. Aktualne i wiarygodne informacje o wzroście i kondycji lasów mają fundamentalne znaczenie dla określenia zdolności ekosystemów leśnych do łagodzenia zmian klimatu, ilościowego określenia zasobów węgla w ekosystemach lądowych oraz przewidywania ryzyka wystąpienia zamierania lasów. W ostatnich dziesięcioleciach duży wpływ na ekosystemy leśne miały obserwowane zmiany klimatyczne oraz zmieniające się warunki środowiskowe. Liczne obserwacje i badania wskazują na znaczne przyspieszenie tempa wzrostu lasów strefy umiarkowanej i borealnej w ciągu ostatnich 100 lat. Globalne ocieplenie i antropogeniczna presja wynikająca z depozycji azotu niosą ze sobą duże ryzyko zachwiania równowagi w naturalnej dynamice rozwoju lasów. Wyjątkowe susze, bezprecedensowe w ostatnim stuleciu, które obserwowano w ostatnich latach, w połączeniu z innymi czynnikami, zagrażają trwałości lasów. Dlatego potrzebne są badania nad dynamiką wzrostu lasów w powiązaniu z kondycją zdrowotną. Pomimo, że ostatnie wyniki badań naukowych wskazują, że w ciągu ostatnich dziesięcioleci nastąpiła drastyczna zmiana warunków wzrostu lasów, w modelach wzrostowych stosowanych w leśnictwie wykorzystuje się często obserwacje historyczne, a zatem nieodzwierciedlające obecnych warunków wzrostu drzew.

Podstawowym celem proponowanego projektu jest analiza i zrozumienie wpływu różnych uwarunkowań ekologicznych, w tym szczególnie warunków klimatycznych, na dynamikę wzrostu drzew oraz opracowanie nowoczesnych metod monitorowania oraz prognozowania dynamiki wzrostu lasów w zmieniających się warunkach klimatyczno-środowiskowych. Cel projektu zostanie osiągnięty poprzez wykorzystanie najnowocześniejszych technologii, w tym: Internetu Rzeczy (ang. internet of things, IoT) oraz zdalnych metod pozyskiwania danych o środowisku czyli teledetekcji. Projekt będzie prowadzony na rozległym obszarze badań obejmującym Polskę i Czechy koncentrując się na dwóch najważniejszych ekologicznie i gospodarczo gatunkach drzew iglastych w Europie Środkowej: sosnie zwyczajnej (*Pinus sylvestris*, L.) oraz świerku pospolitym (*Picea abies* (L.) H.Karst). Analiza danych zgromadzonych na terenie Polski i Czech pozwoli objąć całe spektrum środowiskowych warunków wzrostu tych gatunków w Europie Środkowej. W ramach prowadzonych badań będziemy dążyć do weryfikacji hipotezy, zakładającej że warunki klimatyczne, głównie opady i temperatura oraz wilgotność gleby, determinują wzrost lasów w Europie Środkowej, ale reakcja drzewostanów i drzew zależy od produktywności siedliska oraz budowy i struktury drzewostanu. Dotychczas nie podejmowano tak kompleksowych badań w omawianym zakresie.

Projekt zakłada wykorzystanie obserwacji gromadzonych w ramach istniejącej na terenie Czech sieci monitoringowej DendroNetwork oraz obserwacji z utworzonej w ramach projektu analogicznej sieci monitoringowej w Polsce pod nazwą IoTreesNet. Powierzchnie badawcze składające się na omawiane sieci monitoringowe są (lub zostaną) wyposażone w najnowocześniejsze sensory działające w ramach IoT pozwalające na gromadzenie w czasie rzeczywistym z godzinową rozdzielczością czasową szeregu parametrów kluczowych w badaniach wzrostu drzew, takich jak: temperatura i wilgotność powietrza, temperatura i wilgotność gleby oraz przyrost drzew na grubość. Precyzyjne pomiary zmian średnicy pnia z dokładnością do mikrometra za pomocą automatycznych dendrometrów dostarczą cennych danych dotyczących reakcji fizjologicznych drzew na zmieniające się warunki klimatyczno-środowiskowe.

Proponowana metodologia oceny ekologicznych uwarunkowań wzrostu lasu poprzez połączenie najnowocześniejszych technologii z zakresu IoT i teledetekcji w tak dużej skali geograficznej jest rozwiązaniem pionierskim w skali Europy. Pomiary z czujników IoT zostaną połączone z danymi teledetekcyjnymi w celu uzyskania możliwości przeskalowania pomiarów gromadzonych na poziomie pojedynczych drzew na poziom drzewostanów. W rezultacie, proponowana metoda pozwoli na bieżące monitorowanie dynamiki wzrostu lasów w skali regionalnej obejmując obszar Polski i Czech. W ramach projektu przeanalizowane zostaną różne zestawy danych teledetekcyjnych, w tym wielospektralne zobrażenia satelitarne i trójwymiarowe chmury punktów pozyskane za pomocą technologii lotniczego skanowania laserowego (ALS). Dane znajdujące się w dyspozycji konsorcjum projektu oraz zebrane w ramach planowanych badań pozwolą na zbudowanie modeli predykcyjnych wzrostu drzew i drzewostanów z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji.

Wyniki projektu przyczynią się do rozwoju nowej wiedzy z zakresu ekologii analizowanych gatunków lasotwórczych i modelowania wzrostu lasów. Realizacja projektu pozwoli także na poszerzenie wiedzy w zakresie zastosowań teledetekcji w modelowaniu ekosystemów leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem zobrażeń satelitarnych oraz danych ALS. Opracowanie modeli predykcyjnych wzrostu drzew na podstawie aktualnych obserwacji pozwoli na przeprowadzanie wiarygodnych symulacji przyszłej dynamiki wzrostu lasów dla różnych scenariuszy zmian klimatycznych. Wiedza z tego zakresu ma kluczowe znaczenie w badaniach leśnych ukierunkowanych na wykorzystanie lasów do mitygacji zmian klimatu przez wychwytywanie CO₂ oraz ich adaptację do tych zmian, a w szczególności zachowanie bioróżnorodności przy utrzymaniu produkcji drewna i innych usług ekosystemowych w zmieniających się warunkach środowiskowych.